

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 50 604.3

Anmeldetag: 30. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: Tyco Electronics AMP GmbH,
Bensheim/DE

Bezeichnung: Integriertes Schaltungssystem mit
Latentwärmespeichermodul

IPC: H 01 L, F 28 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag



Stech

GRÜNECKER KINKELDEY STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER

ANWALTSSOZIELTÄT

GKS & S MAXIMILIANSTRASSE 58 D-80538 MÜNCHEN GERMANY

RECHTSANWÄLTE LAWYERS

MÜNCHEN
DR. HELMUT EICHMANN
GERHARD BARTH
DR. ULRICH BLUMENRÖDER, LL.M.
CHRISTA NIKLAS-FALTER
DR. MAXIMILIAN KINKELDEY, LL.M.
DR. KARSTEN BRANDT
ANJA FRANK, LL.M.
UTE STEPHANI
DR. BERND ALLEKOTTE, LL.M.
DR. ELVIRA PFRANG, LL.M.
KARIN LOCHNER
BABETT ERTLE

PATENTANWÄLTE EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

MÜNCHEN
DR. HERMANN KINKELDEY
PETER H. JAKOB
WOLFHARD MEISTER
HANS HILGERS
DR. HENNING MEYER-PLATH
ANNELIE EHNOLD
THOMAS SCHUSTER
DR. KLARA GOLDBACH
MARTIN AUFENANGER
GOTTFRIED KLITZSCH
DR. HEIKE VOGELSANG-WENKE
REINHARD KNAUER
DIETMAR KUHLE
DR. FRANZ-JOSEF ZIMMER
BETTINA K. REICHELT
DR. ANTON K. PFÄU
DR. UDO WEIGELT
RAINER BERTRAM
JENS KOCH, M.S. (J of PA) M.S.
BERND ROTHAEML
DR. DANIELA KINKELDEY
DR. MARIA ROSARIO VEGA LASO
THOMAS W. LAUBENTHAL
DR. ANDREAS KAYSER
DR. JENS HAMMER
DR. THOMAS EICKELKAMP

PATENTANWÄLTE EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

BERLIN
PROF. DR. MANFRED BÖNING
DR. PATRICK ERK, M. S. (MIT)

KÖLN
DR. MARTIN DROPMANN

CHEMNITZ
MANFRED SCHNEIDER

OF COUNSEL PATENTANWÄLTE

AUGUST GRÜNECKER
DR. GÜNTER BEZOLD
DR. WALTER LANGHOFF

DR. WILFRIED STOCKMAIR
(-1996)

Eingereichte Fassung

IHR ZEICHEN / YOUR REF.

UNSER ZEICHEN / OUR REF.

DATUM / DATE

P 34672-03590/W

30.10.2002

TYCO ELECTRONICS AMP GMBH
Ampèrestrasse 12-14
D-64625 Bensheim

INTEGRIERTES SCHALTUNGSSYSTEM MIT LATENTWÄRMESPEICHERMODUL

GRÜNECKER KINKELDEY
STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER
MAXIMILIANSTR. 58
D-80538 MÜNCHEN
GERMANY

TEL. +49 89 21 23 50
FAX (GR 3) +49 89 22 02 87
FAX (GR 4) +49 89 21 86 92 93
<http://www.grunecker.de>
e-mail: postmaster@grunecker.de

DEUTSCHE BANK MÜNCHEN
No. 17 51734
BLZ 700 700 10
SWIFT: DEUT DE MM

Integriertes Schaltungssystem mit Latentwärmespeichermodul

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein integriertes Schaltungssystem mit mindestens einer integrierten Schaltung, einem Kühlkörper zur Abfuhr der von der integrierten Schaltung erzeugten Wärme und einem ein Latentwärmespeichermittel aufweisenden Latentwärmespeichermodul. Das Latentwärmespeichermodul ist mit dem Kühlkörper thermisch verbunden, um die von der integrierten Schaltung erzeugte Wärme zwischen-
10 zuspeichern und an den Kühlkörper weiterzugeben.

Integrierte Schaltungssysteme werden, insbesondere bei Leistungsbauteilen für Applikationen wie Servoantriebe, Softstarter, Kräne und Hubgeräte oder Schweißgeräte, oftmals kurzzeitig oder im Intervall mit sehr hoher Leistung betrieben. In dieser Betriebsart müssen die verwendeten Kühlkörper so dimensioniert werden, dass auch bei den Spitzenbelastungen die Halbleiter nicht überhitzt werden. Da weiterhin im Intervallbetrieb nicht nur die maximale Sperrschichttemperatur nicht überschritten werden darf, sondern auch darauf zu achten ist, dass aus Lebensdauergründen der Temperaturhub nicht zu groß wird, muss der Kühlkörper noch größer dimensioniert werden. Jedoch führen große
5 Kühlkörper bei vielen Anwendungen zu Problemen bei Gewicht, Baugröße und Materialverbrauch.

Daher wird üblicherweise die kurzzeitig anfallende Spitzenverlustleistung nicht direkt durch einen Kühlkörper nach außen abgeführt, sondern in einem Wärmespeicher zwischengespeichert. Meist wird als Wärmespeicher bei sogenannten Powermodulen ein
5 Metallbodenplatte mit entsprechender Dicke eingesetzt. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die Bodenplatte einerseits sehr schwer und teuer ist und die Wärmekapazität andererseits nur vom Temperaturhub abhängt.

- Ersetzt man dagegen diese Bodenplatte durch einen Latentwärmespeicher, wie er in der US 4,057,101 gezeigt ist, so kann die gleiche Wärmekapazität bei wesentlich geringerem Gewicht erreicht werden. Dabei basiert ein Latentwärmespeicher auf der Verwendung eines schmelzbaren Materials als Latentwärmespeichermittel. Wenn nämlich ein derartiges schmelzbares Material seinen Aggregatzustand von fest nach flüssig ändert, absorbiert dieses Material eine Wärmemenge, die man als Schmelzwärme bezeichnet. Diese Schmelzwärme wird freigesetzt, wenn das Latentwärmespeichermittel sich wieder verfestigt. Daher kann ein Material mit hoher Schmelzwärme als Wärmespeicher verwendet

werden. Wenn Temperaturen vorliegen, die höher sind als die Übergangstemperatur des schmelzbaren Materials, wird der Wärmespeicher solange die Übergangstemperatur beibehalten, bis das gesamte Latentwärmespeichermaterial geschmolzen ist. Daher kann ein solcher Wärmespeicher Schutz gegenüber temporärer Überhitzung liefern, indem die überschüssige Wärme solange zwischengespeichert wird, bis sie abgeführt werden kann. Mögliche Materialien, die als Latentwärmespeichermittel eingesetzt werden können, sind z.B. in der EP 0 402 304 A1 oder in der EP 1 087 003 A2 gezeigt.

Eine weitere Anordnung, bei der ein Latentwärmespeichermittel zur Kühlung von Leistungshalbleiterbauelementen verwendet wird, ist in der US 5,455,458 gezeigt.

Bei den gezeigten integrierten Schaltungssystemen mit Latentwärmespeicherung besteht jedoch das Problem, dass zum einen eine kostengünstige Herstellung des Latentwärmespeichermoduls nicht möglich ist und zum anderen das Problem des optimalen Wärmeübergangs zwischen dem die Wärme erzeugenden Halbleiterbauelement und dem eigentlich Latentwärmespeichermittel nicht zufriedenstellend gelöst ist.

Daher besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein integriertes Schaltungssystem und ein zugehöriges Latentwärmespeichermodule anzugeben, bei dem die thermische Ankopplung der integrierten Schaltung an das Latentwärmespeichermittel verbessert ist und gleichzeitig eine effiziente und kostengünstige Herstellbarkeit gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird durch ein integriertes Schaltungssystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Latentwärmespeichermodule mit den Eigenschaften des Patentanspruchs 25 gelöst.

Die Erfindung basiert auf dem Grundgedanken, ein Substrat, auf dem ein Halbleiterbauelement montiert ist, direkt thermisch mit einem Latentwärmespeichermodule zu koppeln. Die dadurch erreichte zuverlässige Zwischenspeicherung auftretender Spitzenverlustleistungen gewährleistet, dass das Halbleiterbauelement stets in einem optimalen Temperaturbereich betrieben wird. Weiterhin wirkt sich das Latentwärmespeicherprinzip positiv auf die Lebensdauer des Halbleiterbauelements aus, da die Wärmespeicherung im Gegensatz zu einem herkömmlichen Wärmespeicher ohne Temperaturhub nur durch Änderung des Aggregatzustandes erfolgt. Mit der erfindungsgemäßen Lösung kann verhindert werden, dass der Wärmewiderstand zwischen dem Halbleiterbauelement und dem La-

tentwärmespeichermittel einen zu hohen Temperaturhub verursacht. Wählt man das für die Latentwärmespeicherung benützte Material passend zur Applikation aus, kann die Wärmespeicherung annähernd ohne Temperaturhub geschehen, was zu einer wesentlich verbesserten Lebensdauer des Moduls führt. Die gesamte Anordnung kann darüber hinaus stark miniaturisiert werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand mehrerer Unteransprüche.

- 0 So kann das Substrat durch ein DCB-(Direct Copper Bonding)-Substrat gebildet sein. Unter einem solchen DCB-Substrat versteht man ein Keramiksubstrat, das zweiseitig mit Kupfer beschichtet ist und auf dem Halbleiterbauelemente direkt montiert werden. Vorteile der DCB-Substrate liegen in der guten mechanischen Stabilität, Korrosionsbeständigkeit und hervorragenden elektrischen Isolation, die auf der anderen Seite mit einer sehr guten thermischen Leitfähigkeit kombiniert ist. DCB-Substrate zeigen gute Stabilität gegenüber thermischen Wechselzyklen und besitzen darüber hinaus einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der nahe dem von Silizium ist, so dass keine Zwischenschichten zu dem Halbleiterbauelement erforderlich sind, um Unterschiede in der thermischen Ausdehnung auszugleichen. Schließlich ist die Strukturierung und Prozessierung sehr einfach.

Eine besonders einfache Möglichkeit, das Substrat mit dem Latentwärmespeichermodule zu koppeln, besteht in einer mechanischen Fixierung durch Schrauben. Allerdings können auch andere mechanische Montagearten, wie Nieten, Verrasten oder Befestigen mittels federnder Klammern verwendet werden.

Stoffschlüssige Fügeverfahren, wie Schweißen, Löten oder Kleben, bieten den Vorteil eines noch geringeren Wärmewiderstands.

-) Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist das Latentwärmespeichermodule ein Latentwärmespeichergehäuse auf, das einen mit dem Latentwärmespeichermittel gefüllten Hohlkörper bildet. Diese Konstruktion bietet den Vorteil, dass das Latentwärmespeichermodule kostengünstig für bereits vorhandene Standardaufbauten, wie sie von verschiedenen Herstellern angeboten werden, nutzbar gemacht werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist eine mit der integrierten Schaltung in thermischem Kontakt stehende Wandung des Latentwärmespeichergehäuses wenigstens teilweise durch das Substrat gebildet. Durch diese Maßnahme entfällt eine den thermischen Übergang zwischen dem Halbleiterbauelement und dem Latentwärmespeichermittel behindernde Trennwand. Das Substrat steht hier in direktem Kontakt mit dem Latentwärmespeichermittel und kann die vom Halbleiterbauelement erzeugte Wärme direkt an das Latentwärmespeichermittel abgeben.

Dabei kann neben der rein planaren Konstruktion des Substrates auch ein Substrataufbau vorgesehen werden, bei dem das Halbleiterbauelement auf einem Wärmekopplungselement montiert ist, das in einen elektrisch isolierenden Rahmen eingebettet ist. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass die überlegene thermische Leitfähigkeit eines elektrischen Leiters für eine direkte Wärmeableitung vom Halbleiterbauelement in das Latentwärmespeichermittel genutzt werden kann. Im Vergleich zu einem einstückig aus einem elektrisch leitfähigen Material gefertigten Substrat bietet diese Lösung aber immer noch den Vorteil einer elektrisch isolierten Montage der jeweiligen Halbleiterbauelemente bei einem Aufbau mit mehreren Halbleiterbauelementen wie auch der Gewichtsersparnis. Solche Wärmekopplungselemente können beispielsweise durch Stanzen und Biegen, aber auch mit anderen Herstellverfahren, aus Kupfer gefertigt werden. Bei einer Montage von einer Vielzahl von Halbleiterbauelementen kann also bei gleichzeitiger Erreichung von hoher Wärmekapazität und Wärmeleitung eine elektrische Isolierung der Halbleiterbauteile voneinander und gegenüber dem Kühlkörper erreicht werden.

Ein solches Wärmekopplungselement kann einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweisen, wobei das Halbleiterbauelement an der Basis montiert ist und die beiden Schenkel von dem Latentwärmespeichermittel umgeben sind. Derartig gestaltete „Kühlinseln“ bieten den Vorteil einer optimalen thermischen Verbindung zum Latentwärmespeichermittel und ermöglichen gleichzeitig eine einfache Montage des Halbleiterbauteils.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann das Wärmekopplungselement gleichzeitig die elektrische Bulkkontaktierung des Halbleiterbauelements, d.h. die elektrische Kontaktierung des Halbleitersubstrats, bilden. Dies vereinfacht einerseits die Montage und sorgt andererseits für eine sichere elektrische Kontaktierung.

Dabei können für Halbleiterbauelemente mit unterschiedlichem Bulkpotential jeweils verschiedene elektrisch voneinander isolierte Wärmekopplungselemente vorgesehen sein.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist eine mit dem Kühlkörper im thermischem Kontakt stehende Wandung des Latentwärmespeichergehäuses wenigstens teilweise durch den Kühlkörper selbst gebildet. Auf diesem Wege kann erreicht werden, dass das Latentwärmespeichermittel in direktem thermischem Kontakt zu dem Kühlkörper steht und die in dem Latentwärmespeichermittel gespeicherte Wärme noch leichter an die Umgebung abgeführt werden kann. Bei dem alternativen modularen Aufbau ist der Kühlkörper durch Löten, Kleben, Schweißen oder andere mechanische Verbindungen an dem Latentwärmespeichermittel befestigt.

Um eine besonders rasche und effiziente Verteilung der gespeicherten Wärme in dem Volumen des Latentwärmespeichermittels zu gewährleisten, kann in das Innenvolumen des Hohlkörpers mindestens eine mit dem Latentwärmespeichergehäuse thermisch verbundene wärmeleitende Rippe hineinragen.

Eine solche Rippe kann in besonders einfacher Weise durch eine Platte gebildet sein, die in entsprechende Nuten an dem Latentwärmespeichergehäuse gehalten ist.

Alternativ kann das Latentwärmespeichergehäuse durch verstärkte Randbereiche einer Vielzahl von im wesentlichen parallel zueinander angeordneten, miteinander verbundenen wärmeleitenden Rippen gebildet sein. Derartige Rippen können beispielsweise durch Strangpressen in sehr einfacher Art und Weise hergestellt werden. Mit einem und demselben Profil kann eine große Flexibilität bezüglich der benötigten Größe des Latentwärmespeichermittels erreicht werden.

Sieht man an den Rippen Nuten und Federn vor, können die einzelnen Rippen auf besonders kostengünstige Art und Weise miteinander verbunden werden. Alternativ können aber auch andere form-, kraft- oder stoffschlüssige Fügetechniken eingesetzt werden.

Für die Verbindung zwischen dem Halbleiterbauelement und dem Substrat muss eine besonders gut wärmeleitende und temperaturbeständige Art der Verbindung gewählt werden. Dies kann entweder eine Lötverbindung, eine Klebeverbindung oder aber eine Anpressverbindung sein.

Als Latentwärmespeichermittel eignen sich verschiedene Materialien, deren Umgebungstemperatur in dem Temperaturbereich liegt, der beim Betrieb des Halbleiterbauelementes nicht überschritten werden sollte. Ein mögliches kostengünstiges und leicht handhabbares Material ist hier Paraffin.

Die elektrischen Verbindungen, die an der Oberseite des Halbleiterbauelements erforderlich sind, können je nach Art des Halbleiterbauelements mittels herkömmlicher Drahtbondverbindungen, aber auch über Fügeverbindungen und Anpressverbindungen erfolgen.

Für eine verbesserte Wärmeabfuhr an die Umgebung kann der Kühlkörper mindestens eine Kühlrippe zur Abgabe der Wärme aufweisen.

Um den Kühlkörper in seiner Dimensionierung möglichst klein zu halten, kann der Kühlkörper so ausgeführt werden, dass er mit einem Kühlkreislauf verbindbar ist. Ein solcher Kühlkreislauf kann über einen Lüfter realisiert werden oder aber über einen Flüssigkeitskühlkreislauf. Auf diese Weise kann die Arbeitstemperatur auch bei sehr langen Intervallen konstant gehalten werden.

Anhand der in den beiliegenden Zeichnungen dargestellten Ausgestaltungen wird die Erfindung im folgenden näher erläutert. Ähnliche oder korrespondierende Einzelheiten sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

Figur 1 einen schematischen Schnitt durch ein integriertes Schaltungssystem gemäß einer ersten Ausführungsform;

Figur 2 einen schematischen Schnitt durch ein integriertes Schaltungssystem gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 3 einen schematischen Schnitt durch ein integriertes Schaltungssystem gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 4 eine perspektivische Ansicht eines nur teilweise montierten Latentwärmespeichermoduls;

- Figur 5** eine Ansicht von oben auf das Latentwärmespeichermodul der Figur 4;
- Figur 6** ein Profilteil eines Latentwärmespeichermoduls gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 7** eine perspektivische Ansicht eines Latentwärmespeichermoduls, das aus Profilteilen der Fig. 6 zusammengesetzt ist;
- Figur 8** Profilteile gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 9** eine weitere Ausführungsform eines Latentwärmespeichermoduls mit integriertem Kühlkörper;
- Figur 10** eine weitere Ausführungsform eines Latentwärmespeichermoduls mit integriertem Kühlkörper;
- Figur 11** eine perspektivische Ansicht des Latentwärmespeichermoduls aus Fig. 10 mit einem angeschlossenen Lüfter;
- Figur 12** einen Schnitt durch ein Profilteil eines Latentwärmespeichermoduls gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 13** eine perspektivische Darstellung des Profilteils aus Fig. 12;
- Figur 14** eine weitere Ausführungsform eines Profilteils eines Latentwärmespeichermoduls;
- Figur 15** eine weitere Ausführungsform eines Profilteils;
- Figur 16** eine weitere Ausführungsform eines Profilteils;
- Figur 17** ein zusammengefügtes Latentwärmespeichermodul gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 18** einen Schnitt durch ein Latentwärmespeichermodul;

Figur 19 das Latentwärmespeichermodule der Fig. 19 im zusammengebauten Zustand;

Figur 20 eine perspektivische Darstellung des Profils aus Fig. 18;

Figur 21 einen Schnitt durch das Latentwärmespeichermodule der Fig. 18;

Figur 22 ein Latentwärmespeichermodule gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 23 ein Latentwärmespeichermodule mit integriertem Kühlkörper gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 24 ein Schnittbild durch eine Rippenstruktur gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 25 eine perspektivische Darstellung eines Latentwärmespeichermoduls gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 26 einen schematischen Schnitt durch ein Latentwärmespeichermodule gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 27 einen schematischen Schnitt durch ein Latentwärmespeichermodule gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 28 einen Schnitt entlang der Schnittlinie I-I aus Fig. 29 durch ein integriertes Schaltungssystem;

Figur 29 eine perspektivische Darstellung des integrierten Schaltungssystems gemäß einer weiteren Ausführungsform.

Figur 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines integrierten Schaltungssystems 100 gemäß einer ersten Ausführungsform. Der hier gezeigte modulare Aufbau umfasst die integrierte Schaltung 102, das Latentwärmespeichermodule 104 sowie einen Kühlkörper 106. Dabei weist die integrierte Schaltung 102 mehrere Halbleiterbauelemente 108 auf, die auf einem Substrat 110 montiert sind. Im vorliegenden Fall wird das Substrat 110 durch ein sogenanntes DCB-Substrat (Direct Copper Bonding) gebildet, bei dem auf ei-

ner Keramiksicht 112 beidseitig Kupferschichten 114, 116 aufgebracht sind. Eine Kunststoffgehäuseschale 118 deckt einerseits die Halbleiterbauelemente 108 schützend ab, und ermöglicht andererseits über die Schrauben 120 eine Montage der integrierten Schaltung 102 auf dem Latentwärmespeichermodule 104. Das Latentwärmespeichermodule 104 wird durch ein Latentwärmespeichergehäuse 122 gebildet, welches das eigentliche Latentwärmespeichermittel 124 enthält.

Dieses Latentwärmespeichermittel 124 kann beispielsweise Paraffin sein. Es sind aber auch andere Medien, wie beispielsweise in Flüssigkeit gelöste Salze oder Metalllegierungen mit niedrigem Schmelzpunkt möglich. Dabei wird die zur Änderung des Aggregatzustandes des Latentwärmespeichermittels erforderliche Energie zur Energiespeicherung genutzt. Da die für die Aggregatzustandsänderung benötigte Energie je nach Material einem Temperaturhub von 50 K bis einigen 100 K bei voller Nutzung der Wärmekapazität des Materials entspricht, kann durch dieses Prinzip eine wesentlich höhere Energiemenge zwischengespeichert werden als bei der Nutzung der Wärmekapazität eines Materials, wie beispielsweise einer Kupferplatte. Damit die zwischengespeicherte Wärme mit möglichst geringem Wärmewiderstand an das Latentwärmespeichermittel 124 abgegeben werden kann, steht das Substrat 110 der integrierten Schaltung 102 in direktem thermischem Kontakt mit dem Latentwärmespeichermodule 140. Wärmeleitende Metallrippen 126 dienen einer verbesserten Wärmeverteilung. Die Abfuhr der zwischengespeicherten Wärme an die Umgebung erfolgt in der gezeigten Ausführungsform über einen Kühlkörper 106. Der Kühlkörper 106 entspricht üblichen Metallkühlkörpern und weist die für eine optimale Wärmeabgabe nötigen Kühlrippen 128 auf. In der gezeigten, wie auch in allen folgenden Ausführungsformen kann der Kühlkörper 106 so konzipiert werden, dass seine Wärmeabfuhr durch einen Lüfter gesteuert wird. Hierdurch kann die Arbeitstemperatur auch bei sehr langen Intervallzeiten konstant gehalten werden. Dazu ist der Kühlkörper 106 so auszulegen, dass ohne Lüfterbetrieb kaum eine Wärmeabgabe erfolgt und nur bei Betrieb des integrierten Schaltungssystems 100 der Lüfter für eine Entwärmung des Kühlkörpers 106 sorgt. Alternativ zu der in Fig. 1 gezeigten Verbindung der Komponenten mittels einer Verschraubung können auch federnde Clipse, Nieten, Verrastungen oder andere Montagearten vorgesehen sein.

Um die Wärmeübergangswiderstände möglichst gering zu halten, kann neben der in Fig. 1 gezeigten modularen Lösung auch eine weitergehende Integration der Komponenten vorgesehen werden. In Fig. 2 beispielsweise ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der das Substrat 110 mit dem Latentwärmespeichermodule 104 über eine Lötverbindung oder

eine Klebeverbindung verbunden ist. Entsprechend kann selbstverständlich auch in Schweiß- oder eine Bondverbindung vorgesehen sein. Der Kühlkörper 106 kann dabei ebenfalls über Löten, Kleben oder Schweißen an dem Latentwärmespeichermodule 104 fixiert sein. Eine noch weiter verbesserte Abfuhr der zwischengespeicherten Wärme an den Kühlkörper kann man erreichen, indem der Kühlkörper eine Wandung des Latentwärmespeichergehäuses 122 bildet und somit das Latentwärmespeichermodule 104 und der Kühlkörper 106 als eine integrierte Komponente herstellbar sind.

Wie aus der Ausführungsform von Fig. 3 erkennbar, kann ein noch weiter verringerter Wärmeübergangswiderstand zwischen dem wärmeerzeugenden Halbleiterbauelement 108 und dem Latentwärmespeichermittel 124 dadurch erreicht werden, dass die Substratunterseite, bei einem DCB-Substrat die untere Kupferschicht 116, direkt eine der Wandungen des Latentwärmespeichergehäuses 122 bildet. Diese Ausführungsform, bei welcher der untere Kupferlayer 116 des DCB-Substrats eine Einheit mit dem Latentwärmespeichergehäuse 122 bildet, stellt für höher integrierte Schaltungen eine sehr gute Lösung dar, da aufgrund der Eigenschaften von DCB-Substraten die für diese Anwendungen nötigen Lastzyklenzahlen erreicht werden können. Mehrere Halbleiterbauelemente 108 können voneinander isoliert auf einem Substrat 110 montiert werden. Die obere Kupferschicht 114 des Substrats 110 kann, wie bei einer gedruckten Schaltung, zur elektrischen Verbindung der Halbleiterbauelemente 108 strukturiert werden und durch den dicken Kupferlayer kann eine hohe Stromtragfähigkeit der einzelnen Leiterbahn ermöglicht werden.

In den nun folgenden Fig. 4 bis 26 werden verschiedene Möglichkeiten der Realisierung des in den Fig. 1 bis 3 nur schematisch dargestellten Latentwärmespeichermoduls 104 gezeigt.

Figur 4 zeigt eine Ausführungsform des Latentwärmespeichermoduls 104, bei der das Latentwärmespeichergehäuse 122 durch verschiedene Metallplatten gebildet ist. Erste Metallplatten 132 weisen Nuten auf, in die zweite Metallplatten 134, die sowohl als weitere Gehäusewände wie auch als wärmeleitende Rippen 126 dienen, eingeschoben werden können. Dieser Körper kann durch Deckel- und Bodenplatten 136, 138 oder aber direkt durch das Substrat 110 und den Kühlkörper 106 geschlossen werden.

Eine schematische Draufsicht auf den Aufbau der Fig. 4, bei dem die beiden ersten Metallplatten 132 vor der Montage mit den einzuschiebenden Metallplatten 134 dargestellt

sind, ist in Fig. 5 gezeigt. Der Vorteil dieses Aufbaus besteht in der besonders einfachen Herstellbarkeit der Einzelkomponenten. Die zweiten Metallplatten 134 können dabei eingelötet, eingepresst, eingeklebt oder eingeschweißt werden. Die Platten 136 und 138 können ebenfalls geklebt, gelötet, geschweißt oder über nicht stoffschlüssige Fügeverfahren befestigt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Latentwärmespeichermodule 104 durch Aneinanderfügen mehrerer Profileile 140 hergestellt werden. Ein solches Profileil 140 weist einen Randbereich 148 auf, in dem Nut 146 und Feder 148 derart angeordnet sind, dass mehrere Profileile 140, wie in Fig. 7 gezeigt, aneinandergereiht werden können, um ein Latentwärmespeichermodule 104 zu bilden. Der Mittelbereich 144 des Profileils 140 bildet dabei entweder eine der wärmeleitenden Rippen 126 oder aber eine Seitenwand des Latentwärmespeichergehäuses 122. Das Profileil 140 kann beispielsweise mittels eines Strangpressverfahrens hergestellt werden. Die Verbindung der einzelnen Profileile 140 kann über stoffschlüssige Verfahren, wie Kleben oder Löten oder aber durch reinen Formschluss, wie Pressen, erfolgen. In Fig. 7 ist außerdem gezeigt, wie analog zu der Ausführungsform der Fig. 4 und 5 eine Deckelplatte 136 und eine Bodenplatte 138 das Latentwärmespeichergehäuse 122 schließen. Allerdings können auch bei dieser Ausführungsform direkt das Substrat 110 und/oder der Kühlkörper 106 das Latentwärmespeichermittel, das in den Zwischenräumen 150 Platz findet, einschließen. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass das Substrat 110 mit der Fläche 152 verbunden wird, und entsprechend der Kühlkörper 106 mit der Fläche 154.

Zur Vergrößerung der wärmeverteilenden Oberfläche können, wie in Fig. 8 dargestellt, die Profileile 140 in ihrem Mittelbereich 144 mit zusätzlichen Rippenstrukturen 156 versehen sein. Dabei kann die Ausgestaltung der Rippenstruktur 156 auch anders als in der gezeigten Ausführungsform sein.

Ausgehend von der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform kann der Kühlkörper als integraler Bestandteil des Latentwärmespeichermoduls 104 hergestellt werden, in dem die Kühlrippen 128 an dem Profileil 140 angeformt sind. Diese Ausführungsform ist in Fig. 9 gezeigt.

Die in Fig. 9 gezeigte Struktur kann, wie in Fig. 10 dargestellt, abgewandelt werden, indem die Kühlrippen 128 mit einem weiteren Nut- und Federteil geschlossen werden.

Diese Anordnung eignet sich besonders gut für eine forcierte Kühlung mittels eines Lüfters oder für den Einsatz flüssiger Kühlmittel.

Ein derartiger Aufbau mit angeschlossenem Lüfter 160 ist in Fig. 11 gezeigt.

5

Bei den Profilteilen 140 der bisher gezeigten Ausführungsformen besteht der Nachteil, dass zur Erzeugung eines geschlossenen Latentwärmespeichermittelbehälters die Deckel- und Bodenplatten 136, 138 angefügt werden müssen, was zusätzliche Arbeitsschritte bedeutet: die Bleche müssen zugeschnitten und bearbeitet werden, das Gehäuse muss durch Löten oder Kleben geschlossen werden. Stellt man nun die Profilteile 140 nicht als Strangpressprofile her, sondern beispielsweise als Gussteile, Pressteile, Tiefziehteile oder dergleichen, so können Nut 146 und Feder 148 umlaufend ausgebildet sein. Dies ist beispielsweise in Fig. 12 in einem Schnittbild dargestellt. In diesem Fall ist es nicht mehr erforderlich, das durch Zusammensetzen mehrerer Profilteile 140 gebildete Latentwärmespeichermittel durch Bleche 136, 138 zu verschließen.

10

15

Wie in Fig. 13 gezeigt, können die Profilteile 140 eines oder mehrere Löcher 162 aufweisen, die ein Befüllen mit dem Latentwärmespeichermittel ermöglichen.

20

In Analogie zu der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform können auch diese Profilteile 140, wie in Fig. 14 gezeigt, zusätzliche Rippenstrukturen 156 zur Verbesserung der Wärmeverteilung aufweisen.

25

Fig. 15 zeigt ein Profilteil 140 gemäß der Ausführungsform der Fig. 12 mit einer angeformten Kühlrippe 128.

Ebenso wie in den Fig. 10 und 11 gezeigt, können auch hier zusätzliche zweite Nut- und Federverbindungen 158 zum Verbinden der Kühlrippen 128 miteinander vorgesehen sein. Diese Ausführungsform ist in Fig. 16 gezeigt.

30

Fig. 17 zeigt die aus den zusammengefügten Profilteilen 140 der Fig. 16 gebildete Anordnung des Latentwärmespeichermoduls 104 mit dem integrierten Kühlkörper 106 in einer perspektivischen Darstellung. Die Fläche 152 bezeichnet hierbei die Substratmontagefläche.

35

Die bisher gezeigten Ausführungsformen eignen sich vor allem für groß Latentwärmespeicher, da das Latentwärmespeichermodule unterhalb der integrierten Schaltung sehr weit in die Tiefe gehen kann. Muss jedoch eine solche Tiefe nicht erreicht werden, kann es ausreichend sein, lediglich ein Profilteil 140, das als Guss-, Press- oder Tiefziehteil hergestellt wurde, wie in Fig. 18 gezeigt auszuführen und die integrierte Schaltung auf der Fläche 152 zu montieren. Eine Abdeckplatte 164, welche ebenfalls als Guss-, Press- oder Tiefziehteil herstellbar ist, schließt das Profilteil 140 zum Latentwärmespeichermodule 104, wie dies in Fig. 19 dargestellt ist.

Bei der in den Fig. 18 und 19 gezeigten Ausführungsform werden die wärmeleitenden Rippen 126, die an dem Profilteil 140 angeformt sind, in entsprechende Nuten an dem Deckelteil 164 eingepasst. Durch diese Rippen-Nutverbindung ist ein verbesserter Wärmefluss von der Substratmontagefläche 152 zur Kühlkörperseite gewährleistet.

Figur 20 zeigt eine perspektivische Darstellung des Profilteils 140 gemäß der Ausführungsform aus Fig. 18 und 19.

Wie in Fig. 21 gezeigt, kann das Deckelteil 164 auch mit Kühlrippen 126 als Kühlkörper 106 gestaltet sein.

In Fig. 22 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Latentwärmespeichermodule 104 gezeigt. Hier sind die wärmeleitenden Rippen 126 durch eine gefaltete Blechstruktur 166 gebildet. Ein Deckel 138 schließt die Struktur zum Kühlkörper hin ab, während die Substratmontagefläche 152 offen bleiben kann, wenn das Latentwärmespeichermodule 104 direkt an das Substrat gelötet wird.

Aus zwei gefalteten Blechen kann, wie in Fig. 23 perspektivisch dargestellt, ein Latentwärmespeichermodule 104 mit einem integrierten Kühlkörper 106 gebildet werden.

Durch gestauchte Rippen 166, wie sie in Fig. 24 dargestellt sind, oder beliebige andere Rippenformen kann die Oberfläche weiter vergrößert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind das Latentwärmespeichermodule 104 und der Kühlkörper 106 einstückig ausgeführt und das Latentwärmespeichermittel befindet sich in den hohlen Kühlrippen 128. Ein Deckel, der die Anordnung verschließt, dient

gleichzeitig als Substratmontagefläche oder kann ganz durch das Substrat gebildet werden.

Wie beispielhaft in den Fig. 26 und 27 gezeigt, muss die Verbindung der Profilelemente miteinander nicht zwangsläufig mittels Nuten und Federn erfolgen, sondern kann über beliebige andere Fügeverfahren verfahren.

Die Fig. 28 und 29 zeigen ein integriertes Schaltungssystem 100 in einer weiteren vollintegrierten Ausführungsform. Wie in Fig. 28 in einem Schnittbild gezeigt, ist das Substrat 110 bei dieser Ausführungsform durch elektrisch leitfähige Wärmekopplungselemente 168, die in einen elektrisch isolierenden Kunststoffrahmen 170 eingebettet sind, gebildet. Auf den Wärmekopplungselementen 168 ist jeweils mindestens ein Halbleiterbauelement 108 montiert. Dies kann durch Löt-, Klebe- oder Anpresstechnik erfolgen.

Vergleichbar mit kleinen Inseln tauchen die Wärmekopplungselemente unmittelbar in das Latentwärmespeichermittel 124 ein und leiten auf diese Weise die von den Halbleiterbauelementen 108 erzeugte Wärme direkt weiter. Die Wärmekopplungselemente 168 können beispielsweise durch Stanzen und Biegen aus Metall, vorzugsweise Kupfer, hergestellt sein. Der Rahmen 170 gewährleistet dabei sowohl eine mechanische Fixierung, wie auch eine elektrische Isolation der Wärmekopplungselemente 168. Bei der gezeigten Ausführungsform bildet das Substrat 110 direkt eine Wandung des Latentwärmespeichermoduls 104. Eine weitere Wandung ist durch den Kühlkörper 106 gebildet. Neben den Kühlrippen 128, die den Wärmeübergang zur Umgebung gewährleisten, sind an dem Kühlkörper 106 wärmeleitenden Rippen 126 angeformt, die eine Wärmeverteilung im Inneren des Latentwärmespeichermoduls 104 ermöglichen.

Die Wärmekopplungselemente 168 realisieren bei der gezeigten Ausführungsform sowohl die elektrische Bulkkontaktierung der Halbleiterbauelemente 108, wie auch deren thermische Ankopplung an das Latentwärmespeichermittel 124. Für jedes unterschiedliche Spannungspotential auf der Unterseite der elektrischen Bauelemente 108, d.h. dem Bulk, wird ein gesondertes, von den übrigen Elementen isoliertes Wärmekopplungselement 168 benötigt. Das Latentwärmespeichermittel 124 hat bei dieser Ausführungsform außerdem elektrisch isolierende Eigenschaften. Die elektrische Kontaktierung der Oberseite der Halbleiterbauelemente 108 kann hier mittels Drahtbondtechnik, Fügetechnik oder Anpresstechniken erfolgen. Eine schematische Perspektivdarstellung einer solchen integrierten Anordnung zeigt Fig. 29.

Die in den Fig. 28 und 29 gezeigte hochintegrierte Lösung bietet den Vorteil, dass keine teuren Leistungssubstrate mehr benötigt werden. Darüber hinaus wird der Wärmewiderstand des isolierenden Substrates, in den Ausführungsformen mit den DCB-Substrat
5 eine Keramikschicht, vermieden. Insbesondere bei Applikationen, die zwar nur kurzzeitige, dann jedoch eine sehr hohe Verlustleistung abgeben, können so wesentlichen höhere Spitzenbelastungen zugelassen werden. Da außerdem auf Fügeverfahren, wie das Löten auf eine Kupferplatte, verzichtet wird, kann diese Ausführungsform eine hohe Last- und Temperaturwechsel-Festigkeit bieten. Daher kann diese Ausführungsform vorteilhaft
10 für Sanftanlaufgeräte zum Anlauf von Elektromotoren, Frequenzumrichter für hochdynamische Servomotoren in der Antriebstechnik sowie für Startergeneratorumrichter im Kfz-Bereich eingesetzt werden.

Patentansprüche

- 5 1. Integriertes Schaltungssystem mit mindestens einer integrierten Schaltung (102), einem Kühlkörper (106) zur Abfuhr der von der integrierten Schaltung (102) erzeugten Wärme und einem ein Latentwärmespeichermittel (124) aufweisenden Latentwärmespeichermodul (104), das mit dem Kühlkörper (106) thermisch verbunden ist, um die von der integrierten Schaltung (102) erzeugte Wärme zwischenzuspeichern und an den Kühlkörper (106) weiterzugeben,
10 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die integrierte Schaltung (102) mindestens ein Halbleiterbauelement (108), das auf einem Substrat (110) montiert ist, aufweist und dass das Substrat (110) in direkter thermischer Verbindung mit dem Latentwärmespeichermodul (104) steht.
- 15 2. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Substrat (110) ein DCB (Direct Copper Bonding)-Substrat ist, das durch eine auf der Vorder- und Rückseite wenigstens teilweise mit Kupfer (114,116) beschichtete Keramikstruktur (112) gebildet ist.
- 20 3. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Substrat (110) über mindestens eine Schraubverbindung (120) mechanisch an dem Latentwärmespeichermodul (104) fixierbar ist.
4. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Substrat (110) über eine stoffschlüssige Verbindung, vorzugsweise Löten, Schweißen oder Kleben mechanisch an dem Latentwärmespeichermodul (104) fixierbar ist.
- 25 5. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Latentwärmespeichermodul (104) ein Latentwärmespeichergehäuse (122) aufweist, das einen mit dem Latentwärmespeichermittel (124) gefüllten Hohlkörper bildet.
- 30 6. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass eine mit der integrierten Schaltung (102) in thermischem Kontakt stehende Wandung des Latentwärmespeichergehäuses (122) wenigstens teilweise durch das Substrat (110) gebildet ist.

7. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (110) mindestens ein elektrisch leitfähiges Wärmekopplungselement (168), auf dem das Halbleiterbauelement (108) montiert ist, und ein elektrisch isolierenden Rahmen (170), in den das Wärmekopplungselement (168) eingebettet ist, aufweist.

8. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmekopplungselement (168) einen im Wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweist, wobei das Halbleiterbauelement (108) an der Basis montiert ist und die beiden Schenkel von dem Latentwärmespeichermittel (124) umgeben sind.

9. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmekopplungselement (168) die elektrische Bulkkontaktierung des Halbleiterbauelements (108) bildet.

10. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Halbleiterbauelemente (108) mit unterschiedlichem Bulkpotential verschiedene, elektrisch voneinander isolierte Wärmekopplungselemente (168) vorgesehen sind.

11. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine mit dem Kühlkörper (106) in thermischem Kontakt stehende Wandung des Latentwärmespeichergehäuses (122) wenigstens teilweise durch den Kühlkörper (106) gebildet ist.

12. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in das Innenvolumen des Hohlkörpers mindestens eine mit dem Latentwärmespeichergehäuse (122) thermisch verbundene wärmeleitende Rippe (126) hineinragt.

13. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wärmeleitende Rippe (126) durch eine Platte gebildet ist, die in entsprechenden Nuten an dem Latentwärmespeichergehäuse gehalten ist.

14. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Latentwärmespeichergehäuse (122) durch verstärkte Randbereiche (142) einer Vielzahl von im Wesentlichen parallel zueinander angeordneten, miteinander verbundenen wärmeleitenden Rippen (126, 140) gebildet ist.

15. Integriertes Schaltungssystem nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wärmeleitenden Rippen (126, 140) über Nuten (146) und Fördern (148) miteinander verbunden sind.
- 5 16. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbleiterbauelement (108) durch eine Lötverbindung mit dem Substrat (110) verbunden ist.
17. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbleiterbauelement (108) durch eine Klebeverbindung mit dem Substrat (110) verbunden ist.
- 10 18. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbleiterbauelement (108) durch eine Anpressverbindung mit dem Substrat (110) verbunden ist.
19. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Latentwärmespeichermittel (124) Paraffin ist.
- 15 20. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbleiterbauelement (108) auf einer Oberseite mittels mindestens einer Drahtbondverbindung elektrisch kontaktierbar ist.
21. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbleiterbauelement (108) auf einer Oberseite mittels mindestens einer Fügeverbindung elektrisch kontaktierbar ist.
22. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbleiterbauelement (108) auf einer Oberseite mittels mindestens einer Anpressverbindung elektrisch kontaktierbar ist.
23. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkörper (106) mindestens eine Kühlrippe (128) zur Abgabe von Wärme aufweist.
- 5 24. Integriertes Schaltungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkörper (106) mit einem Kühlkreislauf verbindbar ist.
- 0 25. Latentwärmespeichermodule für eine Kühlvorrichtung zum Kühlen mindestens in einer integrierten Schaltung, wobei das Latentwärmespeichermodule (104) ein Latentwär-

mespeichermittel (124) aufweist und mit dem Kühlkörper (106) zur Abfuhr der von der mindestens einen integrierten Schaltung (102) erzeugten Wärme thermisch verbindbar ist, um die von der integrierten Schaltung (102) erzeugte Wärme zwischenspeichern und an den Kühlkörper (106) weiterzugeben,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das Latentwärmespeichermodul (104) mit einem Substrat (110) der integrierten Schaltung (102) direkt thermisch verbindbar ist.

10 26. Latentwärmespeichermodul nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (110) über mindestens eine Schraubverbindung mechanisch an dem Latentwärmespeichermodul fixierbar ist.

27. Latentwärmespeichermodul nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (110) über eine stoffschlüssige Verbindung, vorzugsweise Löten, Schweißen oder Kleben mechanisch an dem Latentwärmespeichermodul (104) fixierbar ist.

15 28. Latentwärmespeichermodul nach einem der Ansprüche 25 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Latentwärmespeichermodul (104) ein Latentwärmespeichergehäuse (122) aufweist, das einen mit dem Latentwärmespeichermittel (124) gefüllten Hohlkörper bildet.

20 29. Latentwärmespeichermodul nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine mit der integrierten Schaltung (102) in thermischem Kontakt stehende Wandung des Latentwärmespeichergehäuses (122) wenigstens teilweise durch das Substrat (110) gebildet ist.

25 30. Latentwärmespeichermodul nach Anspruch 28 oder 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine mit dem Kühlkörper (106) in thermischem Kontakt stehende Wandung des Latentwärmespeichergehäuses (122) wenigstens teilweise durch den Kühlkörper (106) gebildet ist.

31. Latentwärmespeichermodul nach einem der Ansprüche 28 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass in das Innenvolumen des Hohlkörpers mindestens eine mit dem Latentwärmespeichergehäuse (122) thermisch verbundene wärmeleitende Rippe (126) hineinragt.

32. Latentwärmespeichermodul nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wärmeleitende Rippe (126) durch eine Platte gebildet ist, die in entsprechenden Nuten an dem Latentwärmespeichergehäuse (122) gehalten ist.

5 33. Latentwärmespeichermodul nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Latentwärmespeichergehäuse (122) durch verstärkte Randbereiche (142) einer Vielzahl von im Wesentlichen parallel zueinander angeordneten, miteinander verbundenen wärmeleitenden Rippen (126, 140) gebildet ist.

10 34. Latentwärmespeichermodul nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wärmeleitenden Rippen (126, 140) über Nuten (146) und Federn (148) miteinander verbunden sind.

35. Latentwärmespeichermodul nach einem der Ansprüche 25 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Latentwärmespeichermittel (124) Paraffin ist.

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein integriertes Schaltungssystem mit mindestens einer integrierten Schaltung, einem Kühlkörper zur Abfuhr der von der integrierten Schaltung erzeugten Wärme und einem ein Latentwärmespeichermittel aufweisenden Latentwärmespeichermodule. Das Latentwärmespeichermodule ist mit dem Kühlkörper thermisch verbunden, um die von der integrierten Schaltung erzeugte Wärme zwischenspeichern und an den Kühlkörper weiterzugeben. Um ein integriertes Schaltungssystem und ein zugehöriges Latentwärmespeichermodule anzugeben, bei dem die thermische Ankopplung der integrierten Schaltung an das Latentwärmespeichermittel verbessert ist und gleichzeitig eine effiziente und kostengünstige Herstellbarkeit gewährleistet ist, weist die integrierte Schaltung mindestens ein Halbleiterbauelement, das auf einem Substrat montiert ist, auf und das Substrat steht in direkter thermischer Verbindung mit dem Latentwärmespeichermodule.

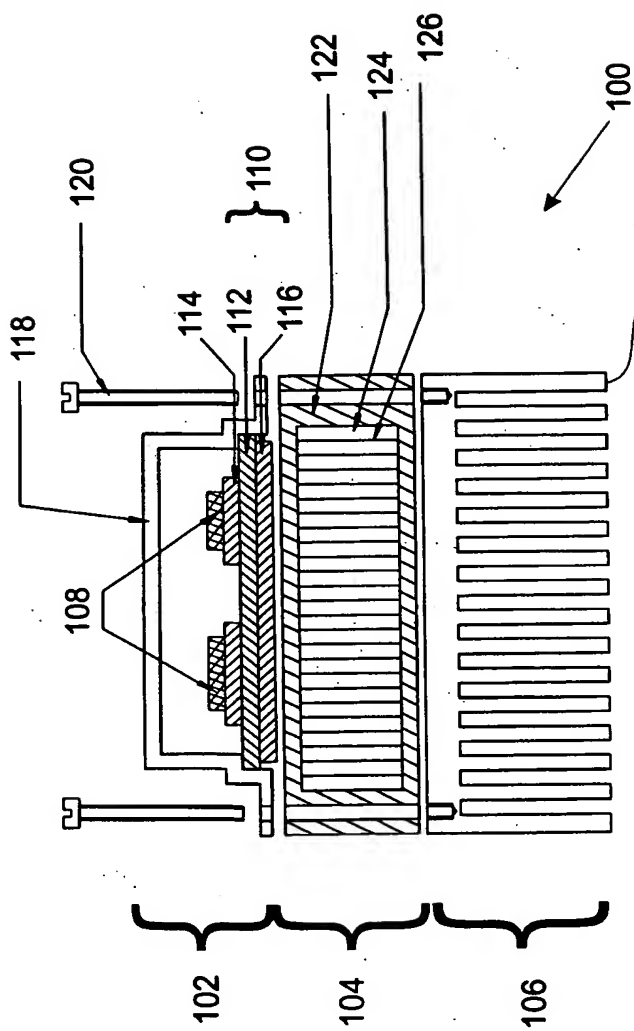


FIG. 1

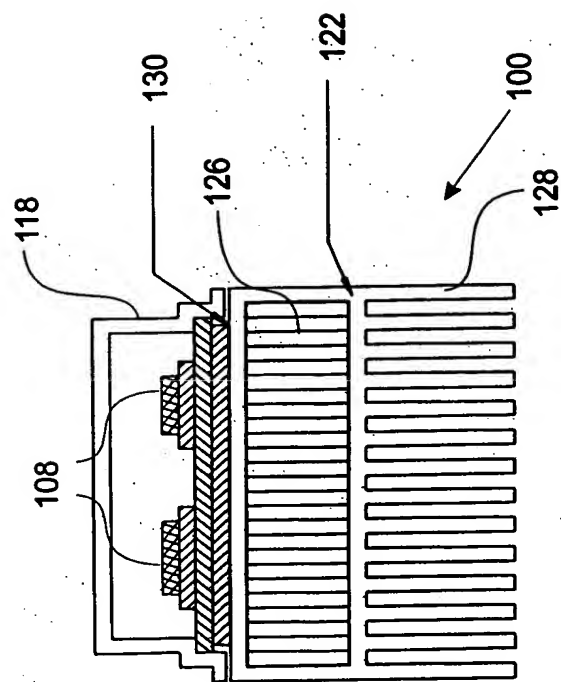
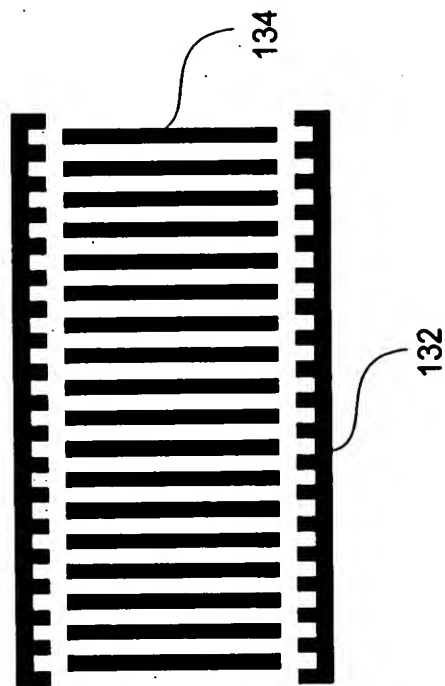
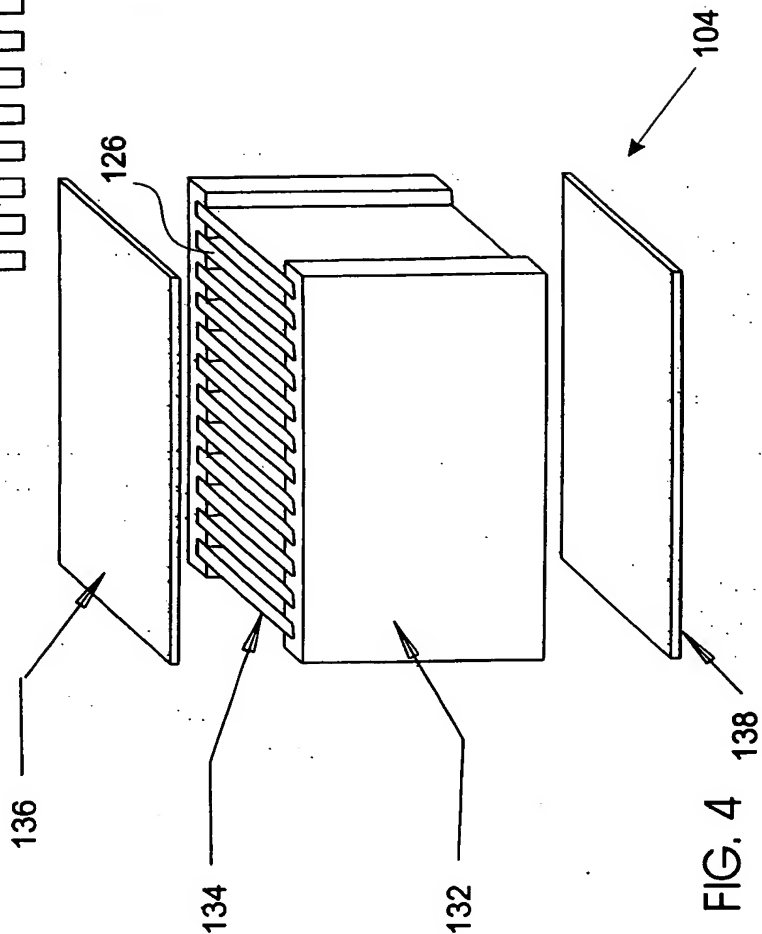
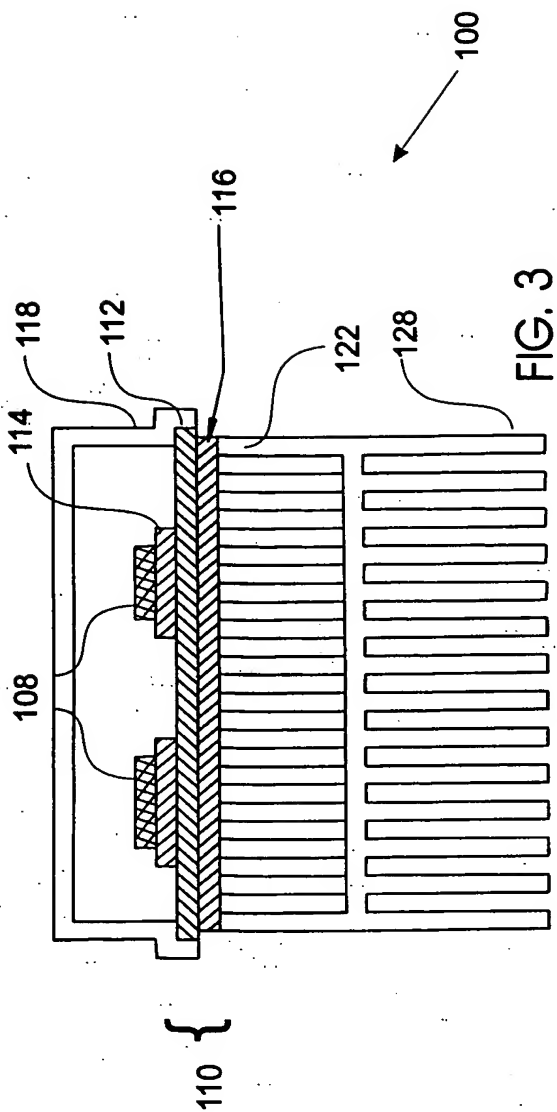


FIG. 2



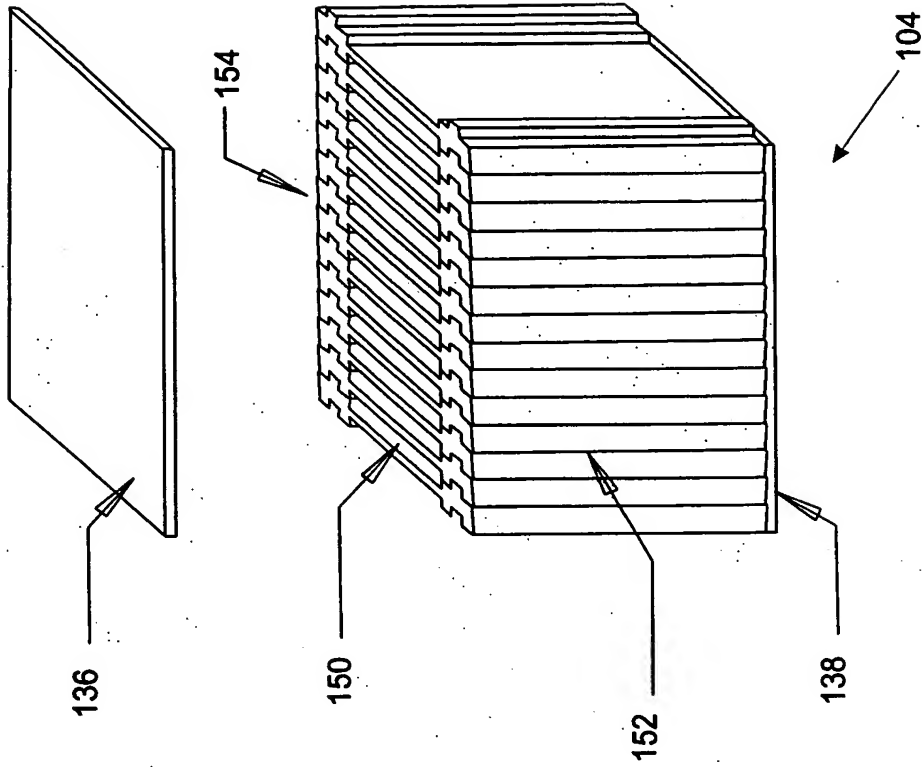


FIG. 7

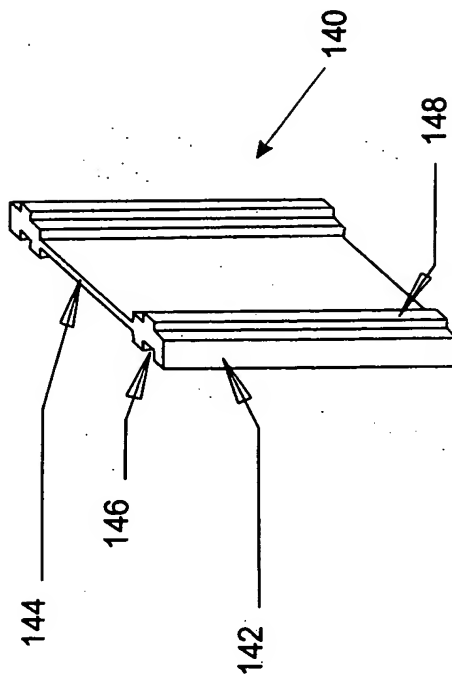


FIG. 6

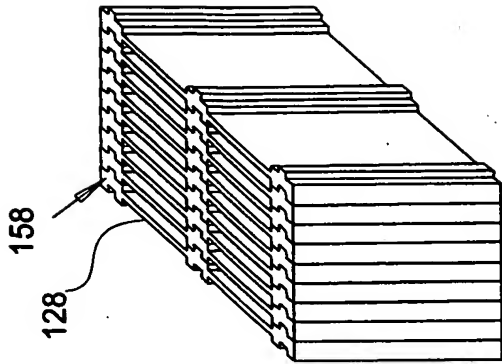


FIG. 10

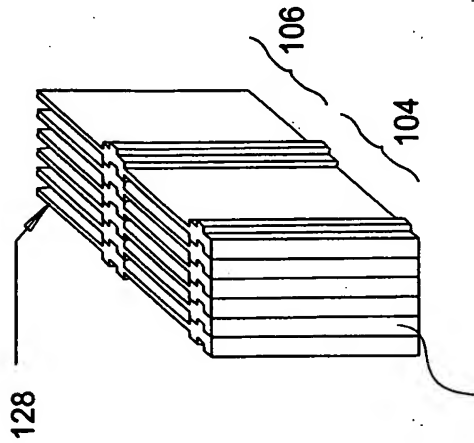


FIG. 9

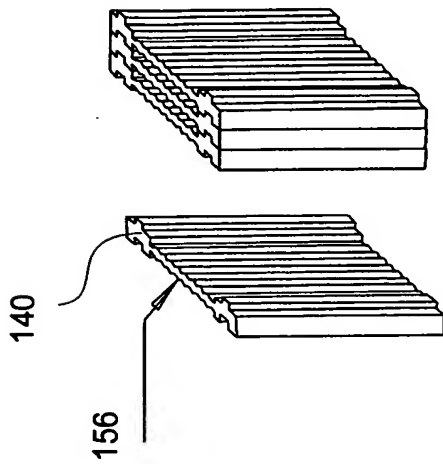


FIG. 8

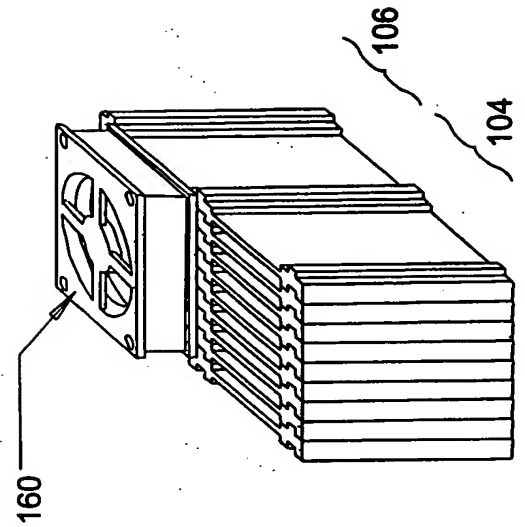


FIG. 11

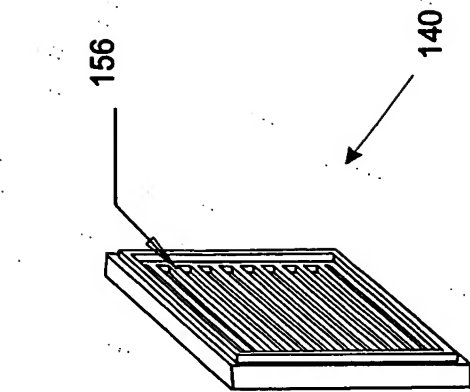


FIG. 14

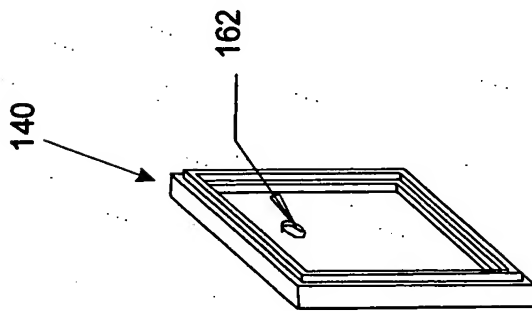


FIG. 13

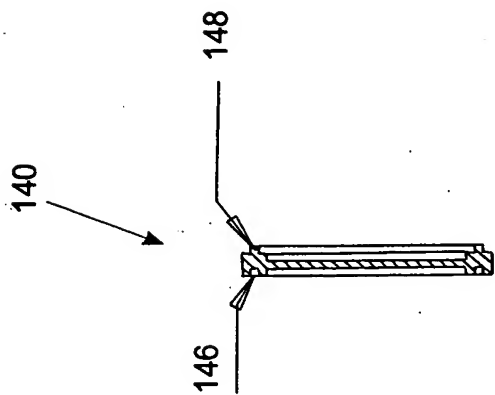


FIG. 12

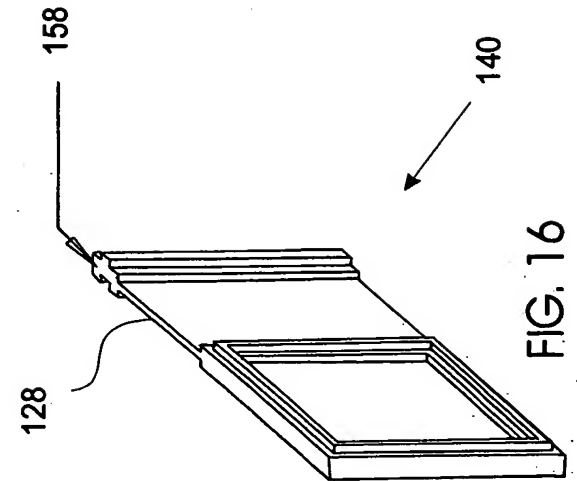


FIG. 16

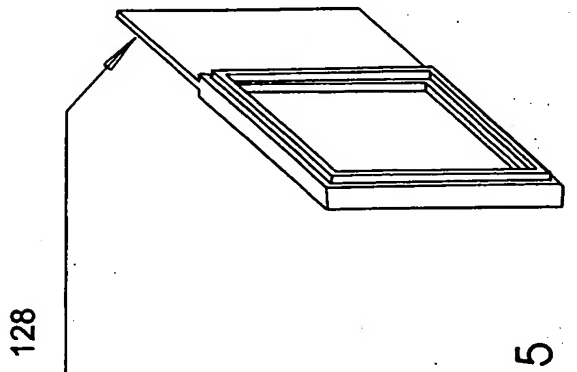


FIG. 15

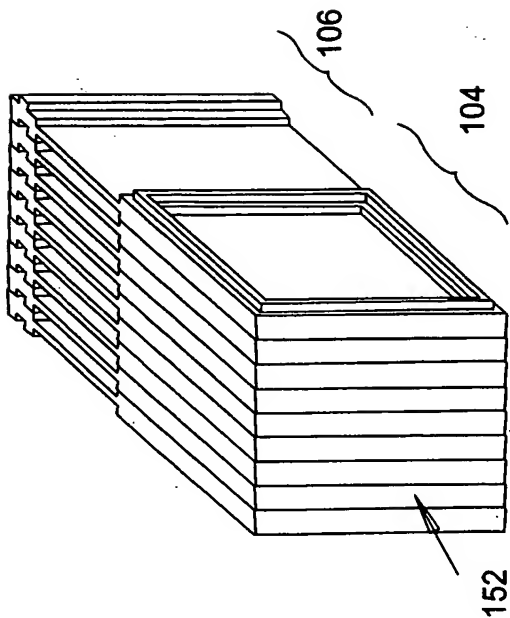


FIG. 17

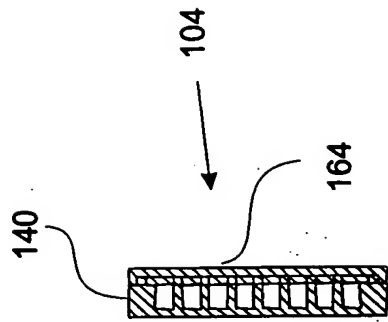


FIG. 19

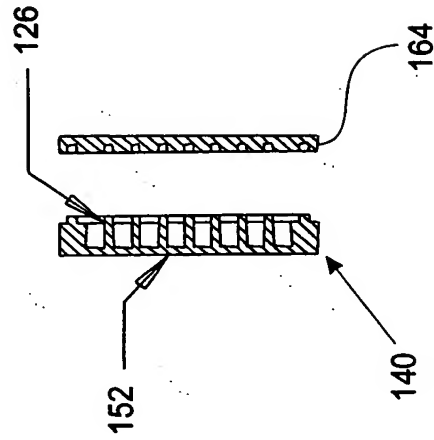


FIG. 18

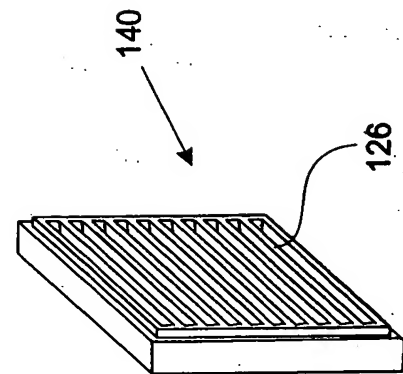


FIG. 20

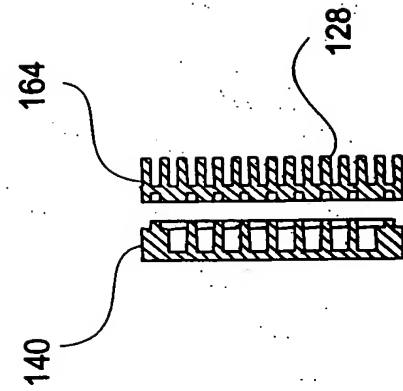


FIG. 21

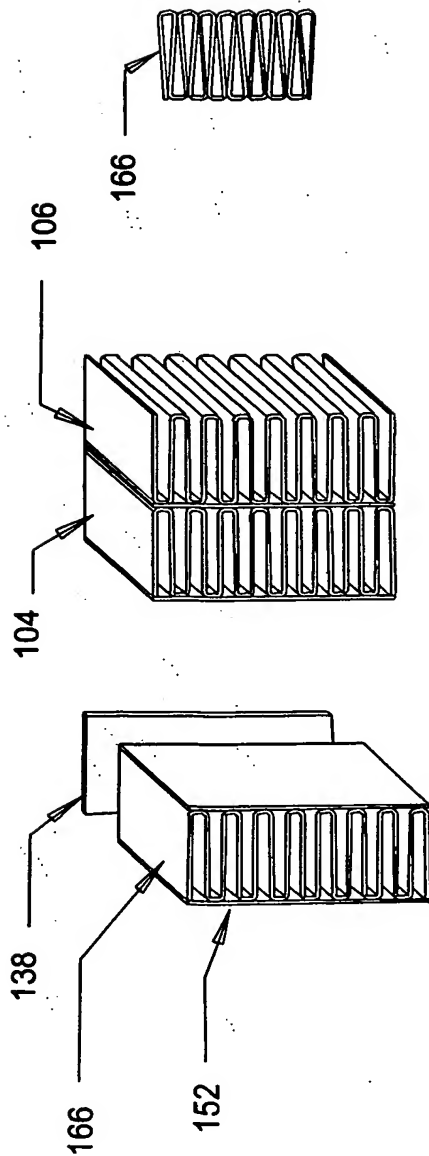


FIG. 24

FIG. 23

FIG. 22

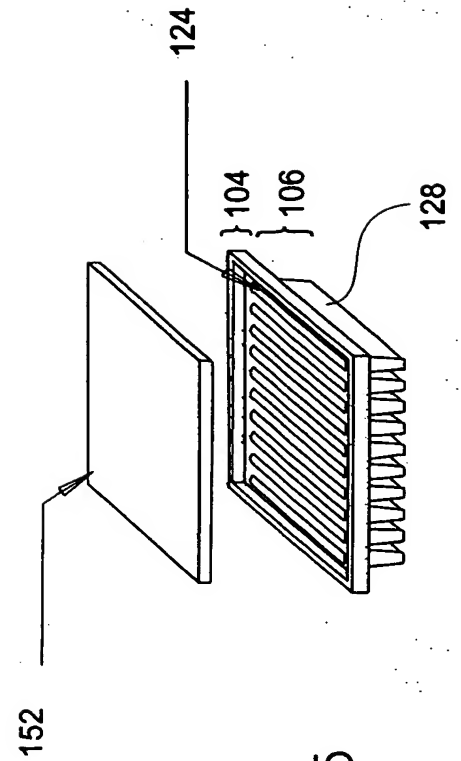


FIG. 25

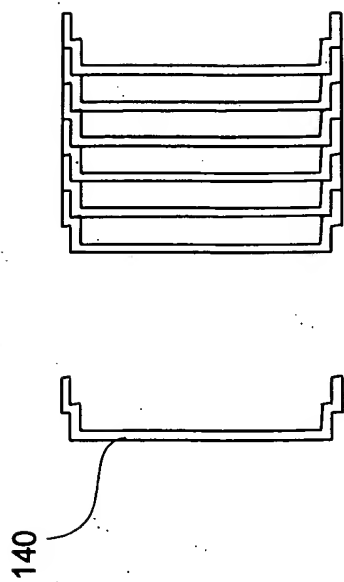


FIG. 26

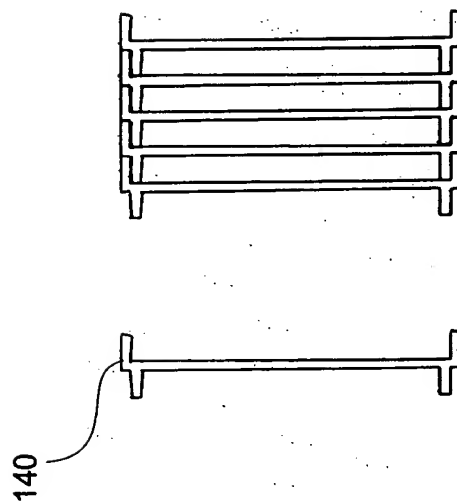


FIG. 27

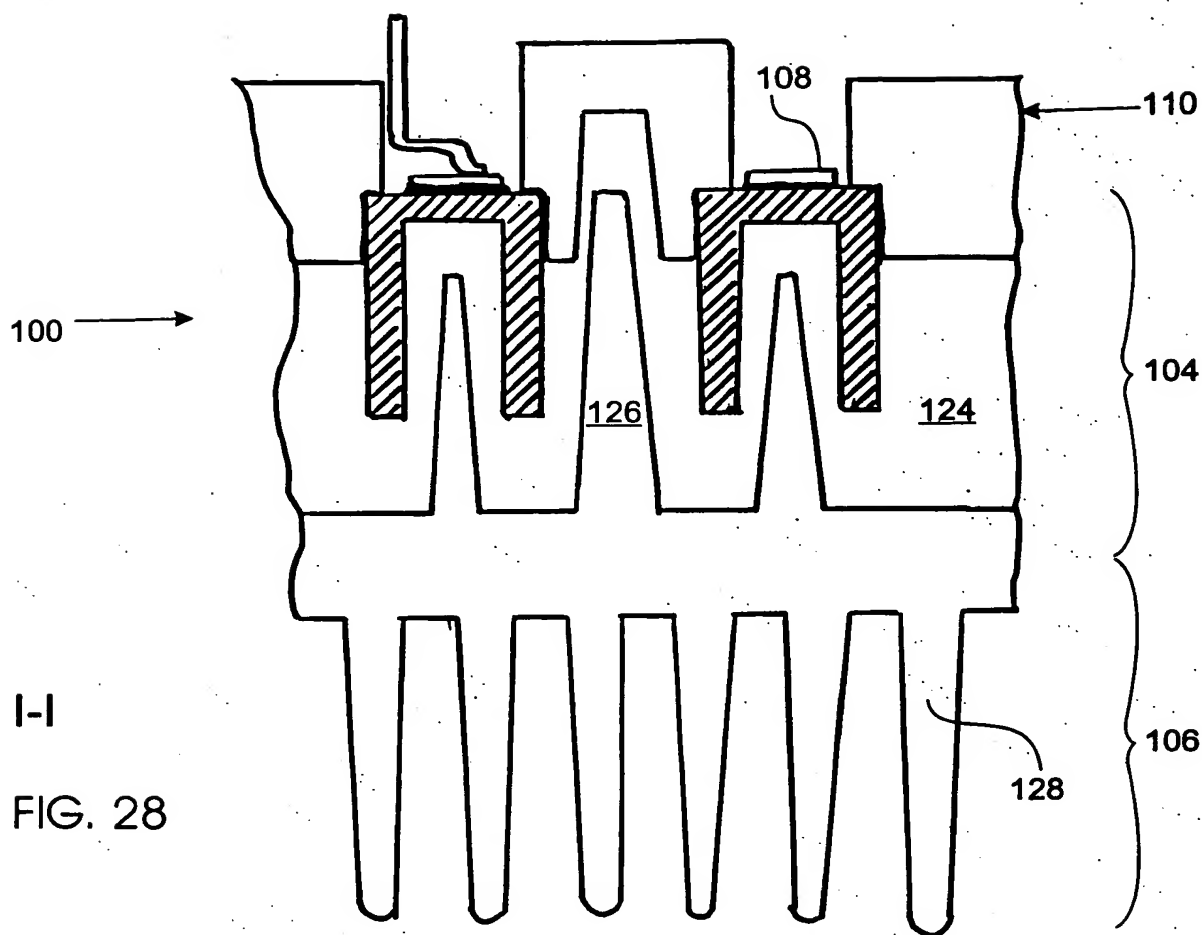


FIG. 28

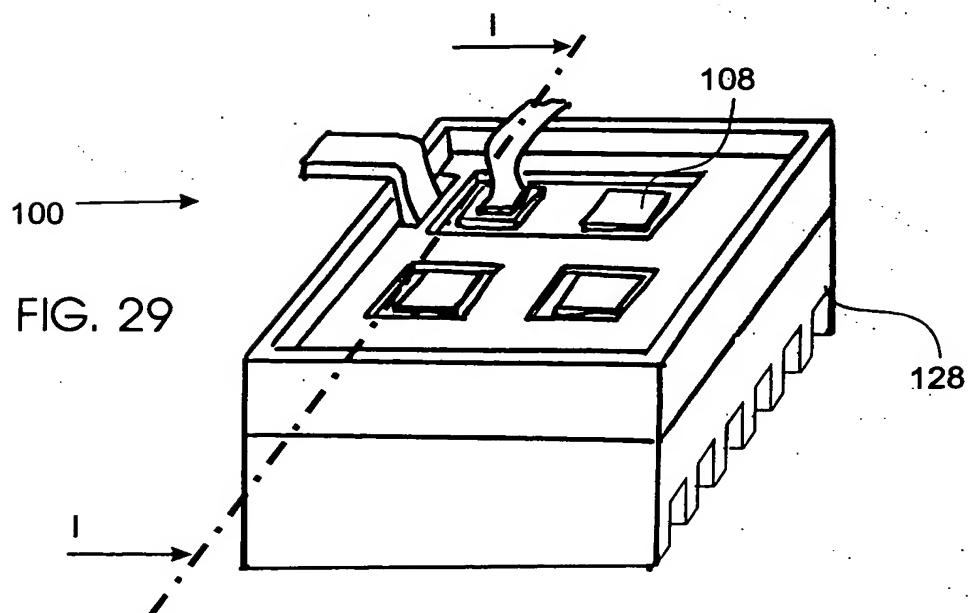


FIG. 29